

## MAGNETORESISTIVE HEAD

Patent Number: JP10302227  
Publication date: 1998-11-13  
Inventor(s): ITO JUNICHI,; NOMURA AKIHIKO  
Applicant(s): VICTOR CO OF JAPAN LTD  
Requested Patent: ☐ JP10302227  
Application Number: JP19970124909 19970428  
Priority Number(s):  
IPC Classification: G11B5/39  
EC Classification:  
Equivalents:

### Abstract

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To naturally and easily set the fixed layer and free layer as the desired magnetizing direction in design of a spin valve type magnetoresistive head element.

**SOLUTION:** Magnetostriction (compression in the magnetizing direction) of a magnetic layer 12 in the free end side is set to  $-1 \times 10^{-6}$  or less (sign is negative and absolute value is  $1 \times 10^{-6}$  or more). Magnetostriction of a magnetic layer 16 in the fixed end side is set to  $1 \times 10^{-6}$  or more (sign is positive and absolute value is  $1 \times 10^{-6}$  or more). Moreover, the other structural elements such as lead electrode 20 and shield film, etc., are also provided so that a compressive stress is applied to a spin valve element 10. Since magnetostriction is negative in the magnetic layer 12 in the free end side, magnetization is easier in the compressing direction of the arrow mark F due to the inverse magnetostrictive effect. In the magnetic layer 16 in the fixed end side, since magnetostriction is positive, magnetization is easier in the expanding direction of the arrow mark FB due to the inverse magnetostrictive effect.

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-302227

(43) 公開日 平成10年(1998)11月13日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>

G 1 1 B 5/39

識別記号

F I

G 1 1 B 5/39

審査請求 未請求 請求項の数 4 F D (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平9-124909

(22) 出願日 平成9年(1997)4月28日

(71) 出願人 000004329

日本ビクター株式会社

神奈川県横浜市神奈川区守屋町3丁目12番地

(72) 発明者 伊藤 順一

神奈川県横浜市神奈川区守屋町3丁目12番地 日本ビクター株式会社内

(72) 発明者 野村 昭彦

神奈川県横浜市神奈川区守屋町3丁目12番地 日本ビクター株式会社内

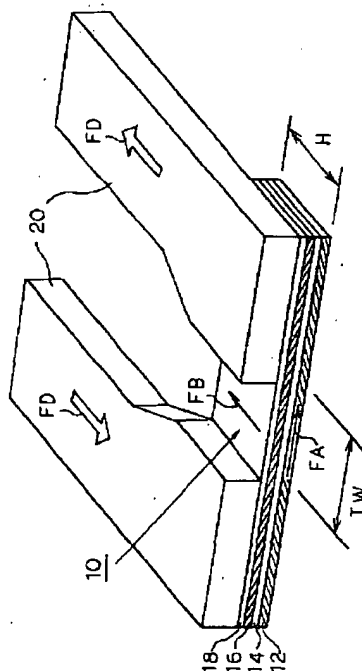
(74) 代理人 弁理士 梶原 康裕

(54) 【発明の名称】 磁気抵抗効果型ヘッド

(57) 【要約】

【課題】 スピンバルブ型磁気抵抗効果型ヘッドの素子設計において、無理なく自然で簡便に固定層と自由層を所望の磁化方向とする。

【解決手段】 自由側の磁性層12の磁歪（磁化方向の伸縮）は「 $-1 \times 10^{-6}$ 以下（符号が負で絶対値が $1 \times 10^{-6}$ 以上）」となっている。固定側の磁性層16の磁歪は「 $1 \times 10^{-6}$ 以上（符号が正で絶対値が $1 \times 10^{-6}$ 以上）」となっている。更に、スピンバルブ素子10に圧縮応力がかかるように、リード電極20やシールド膜などの他の構成要素が設けられている。自由側の磁性層12では、磁歪が負のため、逆磁歪効果によって矢印F Aの圧縮方向に磁化し易くなる。固定側の磁性層16では、磁歪が正のため、逆磁歪効果によって矢印F Bの伸張方向に磁化し易くなる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 磁化方向が変化する第1の磁性層と、磁化方向が固定された第2の磁性層が、非磁性層によって分離されており、前記第1の磁性層の磁化方向の変化に対応して抵抗が変化するスピバルブ素子を備えた磁気抵抗効果型ヘッドにおいて、

前記第1の磁性層を負磁歪とするとともに、前記第2の磁性層を正磁歪とし、第1及び第2の磁性層に圧縮応力が作用する構成としたことを特徴とする磁気抵抗効果型ヘッド。

【請求項2】 前記第1の磁性層の負磁歪及び前記第2の磁性層の正磁歪の大きさが $1 \times 10^{-6}$ 以上となるように設定したことを特徴とする請求項1記載の磁気抵抗効果型ヘッド。

【請求項3】 磁化方向が変化する第1の磁性層と、磁化方向が固定された第2の磁性層が、第1の非磁性層によって分離されており、前記第1の磁性層の磁化方向の変化に対応して抵抗が変化するスピバルブ素子を備えた磁気抵抗効果型ヘッドにおいて、負磁歪の軟磁性膜を、第2の非磁性層を介して前記第1の磁性層に隣接形成するとともに、前記軟磁性膜に圧縮応力が作用する構成としたことを特徴とする磁気抵抗効果型ヘッド。

【請求項4】 前記軟磁性膜の負磁歪の大きさが $1 \times 10^{-6}$ 以上となるように設定したことを特徴とする請求項3記載の磁気抵抗効果型ヘッド。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、HDDなどの磁気ディスク装置、あるいはVTRやDCCなどの磁気テープ装置における再生専用ヘッドとして用いられる磁気抵抗効果型ヘッドにかかり、特にスピバルブ型磁気抵抗効果ヘッドの改良に関するものである。

## 【0002】

【背景技術】近年、HDDなどの磁気媒体装置では、再生用に磁気抵抗効果型ヘッド（MRヘッド）が用いられている。MRヘッドは、従来の巻線型のインダクティブヘッドよりも高感度、高出力であり、装置の小型化、高密度化の点で好適である。また最近では、従来のものよりも更に高いMR効果（抵抗変化）が得られる巨大磁気抵抗効果型ヘッド（GMRヘッド）が提案されている。GMRヘッドにも各種のタイプがあるが、スピバルブ素子を使用するスピバルブ型MRヘッドが実用化の点で注目されている。

【0003】図3（A）には、スピバルブ素子の基本構成が示されている。同図において、スピバルブ素子主要部は、NiFeなどによる2つの磁性層900、902が、Cuなどによる非磁性層904によって分離された構成となっている。2つの磁性層900、902の磁化方向は、外部磁界に対しそれぞれ異なった変化をす

るように設定されている。第1の磁性層900は、磁気媒体（図示せず）からの信号磁界で磁化方向が回転する自由層であり、第2の磁性層902は、磁化方向が所定方向に保持されている固定層である。このための方法として、自由側の磁性層900として、保磁力の小さい磁性膜、すなわち軟磁性特性の良い磁性膜が用いられる。また、固定側の磁性層902には、FeMnなどによる反強磁性膜906が積層されている。この反強磁性膜906による交換結合を利用して、磁性層902の磁化方向が固着される。あるいは、磁性層902として保磁力の大きな磁性膜を用いることで磁化方向を固着する方法もある。

【0004】図4には、このようなスピバルブ素子の具体例が示されている。同図において、AlTiCなどのベース910上には、アルミナなどによる基板912が形成されている。基板912上には、Taなどによる10.0nmの下地914が形成されており、これにNiFeなどによる12.0nmの自由側の磁性層900、Cuなどによる2.4nmの非磁性層904、NiFeなどによる3.0nmの固定側の磁性層902、FeMnなどによる15.0nmの反強磁性膜906が順次積層形成されている。更に、その上には、FeMnの耐蝕性に対する保護のため、Taなどによる5.0nmの保護膜916が形成されている。

【0005】以上のようなスピバルブ素子の電気抵抗は、磁性層900、902の磁化方向の角度の余弦として変化する。両層が磁化方向が同一の方向となったときに電気抵抗は最小になり、逆に磁化方向が反対方向となったときに電気抵抗は最大となる。記録媒体からの信号磁界によって自由層である第1の磁性層900の磁化方向が変化すると磁気抵抗が変化し、スピバルブ素子に流れるセンス電流が変化して再生信号が得られる。ちょうど、磁性層900における磁化方向のスピが、抵抗変化によってセンス電流を制御するバルブとして作用している。

【0006】通常スピバルブは、外部磁界が「0」のとき、2層の磁化方向が180°反転している反平行の高抵抗状態になっている。しかし、特開平4-358310号公報には、外部磁界が「0」のときは磁性層900、902の磁化の向きが直交するように設定して、磁気ヘッドとしての感度や信号の線形性を改善する旨が開示されている。図3（B）にはその様子が示されており、自由側の磁性層900は矢印FA（トラック幅方向）が磁化方向となっており、固定側の磁性層902は矢印FB（素子高さ方向）が磁化方向となっている。磁気媒体による外部磁界は、矢印FC方向に印加される。

【0007】このような直交する磁化方向を得る方法としては、スピバルブ素子の成膜時に所望の方向に磁界を印加する方法、成膜後に磁場中で加熱・冷却する方法、ハード膜を用いた強磁性結合による方法がある。図

5には、ハード膜によって磁化方向の直交化を図った例が示されている。同図において、上述したスピバルブ素子920は、両端がCOPt, CoCrPtなどによるハード膜922に接合している。ハード膜922上には、Auなどによるリード電極924が設けられており、これをセンス電流が矢印FD方向に流れる。ハード膜922は、矢印FE方向に強磁性結合し、図3(B)に示した矢印FA方向に自由側の磁性層900を磁化する。

#### 【0008】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、以上のような背景技術には、次のような不都合がある。

(1) 磁性層の成膜時に所望の方向に磁界を印加する方法や、成膜後に磁場中で加熱・冷却する方法で磁化方向を直交させようすると、印加する磁界の不均一や磁気的な相互作用などでうまく磁化方向が直交しない場合がある。このため、基板上的複数の素子間でばらつきが生じ、それが生産歩留まりの低下を招く。

(2) ハード膜を用いた強磁性結合による方法では、ハード膜による影響が固定層にまで及び、必ずしも理想的な直交状態が実現されない。

【0009】本発明は、このような点を考慮したもので、スピバルブ型磁気抵抗効果型ヘッドにおいて、無理なく自然で簡便に固定層と自由層を上記所望の磁化方向とすることができ、良好な特性を得ることができる磁気抵抗効果型ヘッドを提供することを、その目的とするものである。

#### 【0010】

【課題を解決するための手段】前記目的を達成するため、この発明は、磁化方向が変化する第1の磁性層と、磁化方向が固定された第2の磁性層が、非磁性層によって分離されており、前記第1の磁性層の磁化方向の変化に対応して抵抗が変化するスピバルブ素子を備えた磁気抵抗効果型ヘッドにおいて、前記第1の磁性層を負磁歪とするとともに、前記第2の磁性層を正磁歪とし、第1及び第2の磁性層に圧縮応力が作用する構成としたことを特徴とする。

【0011】他の発明は、磁化方向が変化する第1の磁性層と、磁化方向が固定された第2の磁性層が、第1の非磁性層によって分離されており、前記第1の磁性層の磁化方向の変化に対応して抵抗が変化するスピバルブ素子を備えた磁気抵抗効果型ヘッドにおいて、負磁歪の軟磁性膜を、第2の非磁性層を介して前記第1の磁性層に隣接形成するとともに、前記軟磁性膜に圧縮応力が作用する構成としたことを特徴とする。

【0012】主要な形態によれば、前記第1及び第2の磁性層、前記軟磁性膜の磁歪の大きさが $1 \times 10^{-6}$ 以上となるように設定される。この発明の前記及び他の目的、特徴、利点は、以下の詳細な説明及び添付図面から明瞭になろう。

#### 【0013】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について詳細に説明する。最初に、図1を参照しながら、実施形態1について説明する。図1において、スピバルブ素子10は、自由層となる第1の磁性層12、分離層となる非磁性層14、固定層となる第2の磁性層16、これを一定方向に磁化する反強磁性層18を積層した構成となっている。上述したハード膜は設けられていない。リード電極20は、反強磁性層18の両端に磁気媒体における信号記録トラック幅TWを隔てて、ヘッド高さH方向に延長形成されている。

【0014】ところで、本形態では、自由側の磁性層12の磁歪（磁化方向の伸縮）が、「 $-1 \times 10^{-6}$ 以下（符号が負で絶対値が $1 \times 10^{-6}$ 以上）」となるように形成されている。一方、固定側の磁性層16の磁歪は、「 $1 \times 10^{-6}$ 以上（符号が正で絶対値が $1 \times 10^{-6}$ 以上）」となるように形成されている。このように、磁歪の大きさを一定以上とすることで、後述する圧縮応力による逆磁歪現象が顕著になるという利点がある。更に、本形態では、スピバルブ素子10にかかる応力が圧縮応力となるように、リード電極20やシールド膜（図示せず）などの他の構成要素の成膜条件が最適化されている。

【0015】このため、自由側の磁性層12では、磁歪が負のため、逆磁歪効果によって圧縮方向、すなわち矢印FA方向（トラック幅TW方向）に磁化し易くなる。また、固定側の磁性層16では、磁歪が正のため、逆磁歪効果によって伸張方向、すなわち矢印FB方向（素子高さH方向）に磁化し易くなる。このような磁化方向が、いずれの磁性層においてもエネルギー的に安定である。従って、本形態によれば、自由側の磁性層12の磁化方向をFA方向に向けるために用いていたハード膜（図5参照）が不要となる。また、固定側の磁性層16では、反強磁性膜18による矢印FB方向の磁化がより安定になる。

【0016】次に、本形態の具体例と比較例を説明する。まず、具体例から説明すると、自由側磁性層12として磁歪「 $-1.7 \times 10^{-6}$ 」のNiFe膜を用い、固定側磁性層16として磁歪「 $1.2 \times 10^{-6}$ 」のNiFe膜を用いて、スピバルブ素子10を構成した。固定側磁性層16には、FeMnによる反強磁性膜18を隣接して設けた。しかし、自由側磁性層12の両側には、通常設けられるCOPtなどのハード膜を設けなかった。更に、スピバルブ素子10にかかる応力が圧縮応力となるように、素子上下のギャップ（図2参照）を $\text{Al}_2\text{O}_3$ で形成し、素子上下のシールドないしコア（図2参照）としてCo系アモルファス材料を使用し、他の絶縁膜として $\text{SiO}_2$ をそれぞれ用い、平坦化研磨採用の構造とした。これによって、素子全体の応力は圧縮応力となった。

【0017】次に、比較例を説明すると、自由側、固定側の両磁性層12、16ともにNiFeを用いたが、磁歪は両者ともほぼ零磁歪付近となるような組成とした。そして、自由側の磁性層12の両側にCoPtによるハード膜を設け、図5に示した構成とした。これ以外は、前記具体例と同様とした。

【0018】以上のような本形態の具体例と比較例のMRヘッドについて、孤立波再生出力を測定したところ、本形態では「 $720\mu\text{Vpp}/\mu\text{m}$ 」、比較例では「 $650\mu\text{Vpp}/\mu\text{m}$ 」となった。この結果から明らかなように、本形態の方が10%程度出力が高くなっている。これは、本形態の方が、より完全に自由側磁性層と固定側磁性層の磁化方向が直交した状態となっているためであると考えられる。

【0019】次に、図2を参照しながら、本発明の実施形態2について説明する。本形態では、自由側の磁性層に非磁性膜を介して負の磁歪を持つ軟磁性膜が隣接して設けられており、更に、素子上に圧縮応力を持つ膜が積層されている。図2(A)には、本形態のスピンバルブ素子30の構成が示されている。同図において、比較的保磁力が小さい自由側の磁性層32には、一方で、第1の非磁性層34を介して固定側の磁性層36が設けられている。固定側の磁性層36には、反強磁性膜38が設けられている。前記自由側の磁性層32には、更に第2の非磁性層40を介して軟磁性膜42が設けられている。

【0020】自由側の磁性層32としては、比較的保磁力の小さいものが用いられる。固定側の磁性層36としては、保磁力の大きなものや小さいものが必要に応じて用いられる。また、軟磁性膜42は、 $1\times 10^{-6}$ 以上の負磁歪を持つ組成のCoZrMoなどを2~5nm形成することで得られる。この軟磁性膜42の成膜時の印加磁界の向きは、矢印FA方向に一致させる。この後の他の各層の成膜時は、矢印FB方向に一致させる。

【0021】図2(B)には、以上のようなスピンバルブ素子30を使用したMRヘッドの一例が示されている。同図に示すように、スピンバルブ素子30の両端には、自由側の磁性層32の磁区(磁化方向)を制御するための磁気バイアス用のハード膜44が形成されており、このハード膜44上にリード電極46が形成されている。スピンバルブ素子30の下部には、絶縁材料による下ギャップ膜48を介して下シールド膜50が形成されている。また、スピンバルブ素子30の上部には、絶縁材料による上ギャップ膜52を介して上シールド膜54が形成されている。なお、素子上側に積層される上ギャップ膜52、上シールド膜54は、スピンバルブ素子30に矢印FA方向の圧縮応力が作用するような条件で成膜される。

【0022】次に、スピンバルブ素子30の具体例を示すと、下シールド膜50、下ギャップ膜48が形成され

ている基板の上に、負磁歪を持つ組成のCoZrMoなどによって軟磁性膜42を、例えば2~5nm形成する。軟磁性膜42の成膜時には、基板と平行な矢印FA方向に磁界を印加する。以後の各層の成膜時は、上述した矢印FB方向に磁界を印加して形成される。軟磁性膜42の上に、Taなどによって第2の非磁性層40を5nm形成する。この非磁性層40上に、自由側の磁性層32としてNiFeを5nm、第1の非磁性層34としてCuを2nm、固定側の磁性層36としてNiFeを5nm、反強磁性膜38としてFeMnを8nmを順次成膜する。これらの成膜は、スパッタなどの薄膜製造方法によって同一装置内で行われる。そして、これらの各膜42~38を、フォトリソグラフィやイオンミリングなどの方法で矩形のパターンとする。その後、自由側の磁性層32の磁区制御用のハード膜44、リード電極46、上ギャップ膜52、上シールド膜54を、上述したように圧縮応力を持つ条件で順次形成する。

【0023】このような構成とすると、スピンバルブ素子30に圧縮応力がかかり、外部磁界が「0」のとき、負磁歪を持つ軟磁性膜42は逆磁歪効果によって矢印FA方向に磁化する。すると、この軟磁性膜42によって発生した磁界により、自由側の磁性層32の磁化方向が矢印FA方向に向くようになる。他方、このとき、第2の磁性層36の磁化方向は、反強磁性膜38により矢印FB方向に固定されている。このため、軟磁性膜42からの磁界の影響を受けない。従って、第1の自由側の磁性層32の磁化方向は矢印FA方向となり、第2の固定側の磁性層36の磁化方向は矢印FB方向となるという直交状態が実現する。

【0024】このように、本形態によれば、圧縮応力により磁化された負磁歪の軟磁性膜が発生する磁界によって、スピンバルブを構成する第1の磁性層の磁化方向を制御でき、更に、外部磁界がないときの第1及び第2の磁性層の磁化方向を良好に直交化することができる。

【0025】この発明には数多くの実施の形態があり、以上の開示に基づいて多様に改変することが可能である。例えば、各部の材料などは各種のものが知られており、必要に応じて適宜選択してよい。

【0026】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、次のような効果がある。

(1) 自由磁性層を負磁歪、固定磁性層を正磁歪とし、それらに圧縮応力を加えることとしたので、無理なく自然で簡便に固定磁性層と自由磁性層を所望の磁化方向とすることができ、良好な磁気ヘッド特性を得ることができる。

(2) 圧縮応力により磁化された負磁歪の軟磁性膜を自由磁性層側に設けることとしたので、自由磁性層の磁化方向を良好に制御することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の実施形態1の主要部を示す図である。

【図2】この発明の実施形態2の主要部を示す図である。

【図3】スピバルブ素子の基本構成を示す図である。

【図4】スピバルブ素子の具体的な構成例を示す図である。

【図5】スピバルブ素子を使用した磁気抵抗効果型ヘッドの一例を示す図である。

【符号の説明】

10, 30…スピバルブ素子

12, 32…自由磁性層

14, 34, 40…非磁性層

16, 36…固定磁性層

18, 38…反強磁性膜

20, 46…リード電極

42…軟磁性膜

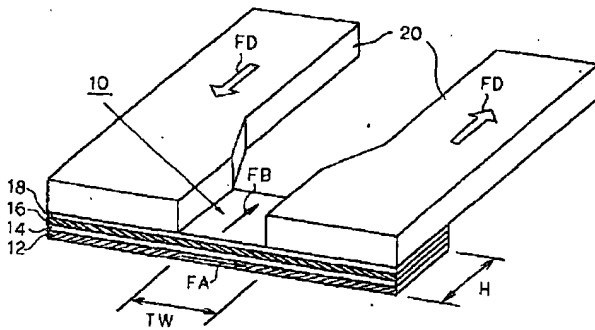
44…ハード膜

48, 52…ギャップ膜

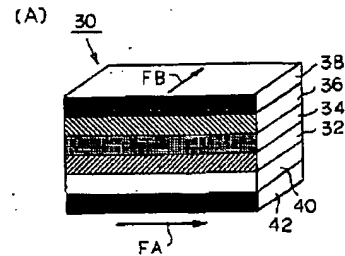
50, 54…シールド膜

FA, FB…磁化方向を示す矢印

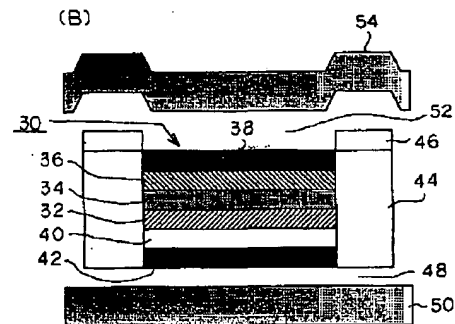
【図1】



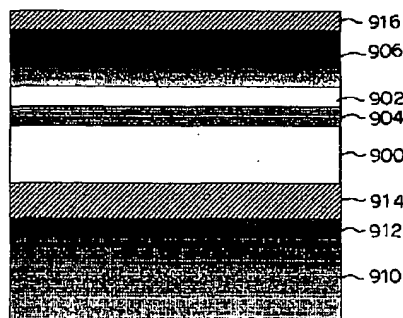
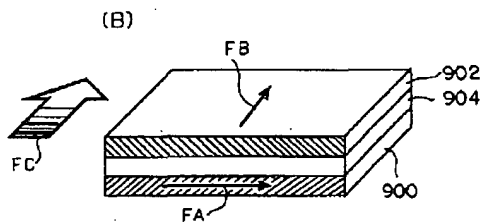
【図2】



【図3】



【図4】



【図5】

